

PAT-NO: JP401064003A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01064003 A

TITLE: PROCESS CONTROLLER

PUBN-DATE: March 9, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HIROI, KAZUO

ITO, KOZABURO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62221409

APPL-DATE: September 4, 1987

INT-CL (IPC): G05B011/32

US-CL-CURRENT: 700/43, 700/56

ABSTRACT:

PURPOSE: To satisfactorily cope with a flexible state of a process controller by performing the dynamic characteristic compensation of a high degree and to facilitate the intuitive comprehension of the dynamic characteristic compensation component.

CONSTITUTION: A gain multiplication signal D_n is obtained by multiplying a disturbance signal D by a gain K of a feedforward control system model. A difference arithmetic means 12 extracts a difference signal ΔD_n and applies the static characteristic compensation to the signal D_n . At the same time, the signal D_n is divided into two signals and one of these two branch signals is extracted through a unit transmission function 13 which defines the gain of the feedforward control model as '1'. Then the other branch signal is subtracted from a first branch signal. Thus a dynamic characteristic compensation signal Y is obtained. In such a way, the dynamic characteristic compensation is ensured with no malformation.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-64003

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月9日

G 05 B 11/32

F-7740-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 プロセス制御装置

⑮ 特 願 昭62-221409

⑯ 出 願 昭62(1987)9月4日

⑰ 発 明 者 広 井 和 男 東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝本社事務所内

⑱ 発 明 者 伊 藤 光 三 郎 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝府中工場内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称

プロセス制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 制御対象からのプロセス値と目標値との偏差信号に基づいて速度形調節演算手段で調節演算を行い、この調節演算出力を位置形信号変換手段で位置形信号に変換し前記制御対象の操作信号を得るフィードバック制御系に対し、前記制御対象への外乱の影響を補償するためのフィードフォワード制御系を付加したプロセス制御装置において、

前記外乱信号にフィードフォワード制御モデルのゲインを乗じて得られたゲイン乗算信号から外乱の増減に応じた静特性補償信号を得、この静特性補償信号を前記速度形調節演算手段の出力に加えて静特性補償を行う静特性補償手段と、前記ゲイン乗算信号を2分岐しその1つの分岐信号を前記フィードフォワード制御モデルのゲインを1とする単位伝達関数を通して得られた信号と前記他

の1つの分岐信号との偏差に応じた動特性補償信号を得、この動特性補償信号を前記位置形信号変換手段の出力に加算して動特性補償を行う動特性補償手段とを備えたことを特徴とするプロセス制御装置。

(2) 静特性補償手段は、前記ゲイン乗算信号の差分を求める差分演算手段を有するものである特許請求の範囲第1項記載のプロセス制御装置。

(3) 静特性補償手段は、前記ゲイン乗算信号の差分を求める差分演算手段と、この差分演算手段の出力を2分岐しその一方の分岐信号に第1の係数を乗算した信号と他方の分岐信号とから高位または低位の信号を選択し静特性補償信号として出力する第1の信号選択手段とを有する特許請求の範囲第1項記載のプロセス制御装置。

(4) 動特性補償手段は、前記ゲイン乗算信号を2分岐しその1つの分岐信号を前記フィードフォワード制御モデルのゲインを1とする単位伝達関数を通して得られた信号と前記他の1つの分岐信号との偏差を得る手段と、この手段から得られ

た出力を2分岐しその一方の分岐信号に第2の係数を乗算した信号と他方の分岐信号とから高位または低位の信号を選択し動特性補償信号として出力する第2の信号選択手段とを有する特許請求の範囲第1項記載のプロセス制御装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

（産業上の利用分野）

本発明は、フィードバック制御系とフィードフォワード制御系とを組合せたプロセス制御装置に係わり、特に外乱補償手段を改良したプロセス制御装置に関する。

（従来の技術）

従来、フィードバック制御系とフィードフォワード制御系を組合せた第5図に示すようなプロセス制御装置が開発されている。この装置のフィードバック制御系は、偏差演算手段1、速度形PID調節演算手段2、加算手段3、速度形-位置形信号変換手段4および加算手段5等からなり、制御対象6からフィードバックされたプロセス値

- 3 -

ところで、以上のようなプロセス制御装置においては、不完全微分演算手段9を用いたものでは動特性の高次補償が得にくく、またフィードフォワードモデルの動特性補償分が変形されているために直感的に理解しにくく、かつ、パラメータチューニング時にパラメータの差をとって設定しなおす必要があるので面倒であり融通性に欠ける不具合がある

（発明が解決しようとする問題点）

従って、以上のような従来装置は、動特性の高次補償を行えないためにフレキシブル化に充分対処できず、かつ、動作状態を直感的に把握しにくい問題があった。

特に、今後のプラント運転はフレキシブル化の方向に移行しつつあり、そのためにも変化に強い制御系を得ることが必要であり、当然、フィードフォワード制御系を多用することが考えられる。従って、この種の制御装置としては外乱に対する高次の補償手段が必要不可欠となってきた。

本発明は上記実情に鑑みてなされたもので、動

- 5 -

PVと目標値SVとを偏差演算手段1に導入して偏差信号eを求めた後、速度形PID調節演算手段2にてPID調節演算を行い、得られた演算結果を加算手段3を介して位置形信号変換手段4に導いて位置形信号に変換し、さらに加算手段5を経由して操作信号として制御対象6に印加する構成である。

一方、フィードフォワード制御系は、外乱信号Dを検出して係数乗算手段7に導入し、ここで外乱信号Dにフィードフォワード制御モデルのゲインkを乗算し、得られたゲイン乗算信号Dnを2分岐し静特性および動特性の補償を行う信号を得る。この静特性補償手段は、乗算信号Dnを差分演算手段8に導入して差分信号 ΔDn を得た後、前記加算手段3で速度形PID調節手段2の出力 ΔCn と加算合成して外乱の静特性補償を行い、一方、動特性補償手段ではゲイン乗算信号を不完全微分演算手段9を介して前記加算手段5へ導入し、速度形-位置形信号変換手段4の出力と加算合成し操作信号を得るものである。

- 4 -

特性の高次補償を容易に行い得、かつ、フィードフォワードモデルの動作特性補償分を無変形のまま速度形調節演算と組合せて直感的に把握し易くするプロセス制御装置を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

（問題点を解決するための手段）

本発明によるプロセス制御装置は、フィードフォワード制御系として、前記外乱信号にフィードフォワード制御モデルのゲインを乗じて得られたゲイン乗算信号から外乱の増減に応じた静特性補償信号を得、この静特性補償信号を前記速度形調節演算手段の出力に加えて静特性補償を行う静特性補償手段と、前記ゲイン乗算信号を2分岐しその1つの分岐信号を前記フィードフォワード制御モデルのゲインを1とする単位伝達関数を通して得られた信号と前記他の1つの分岐信号との偏差に応じた動特性補償信号を得、この動特性補償信号を前記位置形信号変換手段の出力に加算して動特性補償を行う動特性補償手段とを設けたもの

- 6 -

である。

(作用)

従って、本発明は、以上のような手段とすることにより、外乱信号にフィードフォワード制御モデルのゲインを乗じて得られたゲイン乗算信号をそのまま差分演算手段で差分信号を取出して静特性補償を行い、また前記ゲイン乗算信号を2分岐しその一方の分岐信号をフィードフォワード制御モデルのゲインを1とする単位伝達関数を通して取出しこの信号と前記他方の分岐信号とで減算し動特性補償信号を得ることにより、無変形のまま動作特性補償を行うものである。

(実施例)

以下、本発明装置の一実施例について第1図を参照して説明する。このプロセス制御装置はフィードバック制御系とフィードフォワード制御系とで構成され、そのうち前者のフィードバック制御系は従来装置と同様な構成であるのでここでは第5図と同一部分には同一符号を付してその説明を省略し、以下、特にフィードフォワード制御系

- 7 -

関数手段13を経由させた後、残りの分岐信号であるゲイン乗算信号とともに減算手段14に導入する。この減算手段14では単位伝達関数手段13の出力から前記残りの分岐信号であるゲイン乗算信号を減算し動特性補償信号を得、これを前記加算手段5に導入して位置形調節出力信号と加算合成して操作信号MVを得、制御対象6に印加する構成である。

次に、以上のように構成された装置の動作を説明する。制御対象6に外乱が加わった時、その外乱信号Dを検出した後、係数乗算手段11に導いてフィードフォワードゲインkを乗算しゲイン乗算信号Dnを取り出し、しかる後、このゲイン乗算信号Dnを3分岐しそのうちの1つの分岐信号(第1の分岐信号)を静特性補償手段に使用し、他の2つの分岐信号(第2、第3の分岐信号)を動作特性補償手段に使用する。

ところで、一般にフィードフォワード制御モデル $G_F(s)$ は、

$$G_F(s) = k \cdot g_F(s) \quad \dots (1)$$

- 9 -

について述べる。このフィードフォワード制御系は、制御対象6に外乱が加わった時、制御量(プロセス値)PVにその影響が現われる前に外乱を検出してその影響を予測し、その予測に基づいてその影響を打ち消すように補償するものである。具体的には、外乱信号を検出しこの外乱信号Dはフィードフォワード制御系モデルのゲインkを乗じる係数乗算手段11に導入され、この係数乗算手段11によりゲイン乗算信号Dnを得る。このゲイン乗算信号Dnは3分岐され、その1つの分岐信号であるゲイン乗算信号Dnは差分演算手段12で差分をとって速度信号とした後、加算手段3により速度形PID調節演算手段2の出力と加算合成して静特性補償を行う。

一方、他の2つの分岐信号は動特性補償に用いられる。この動特性補償手段は、フィードフォワード制御モデルのゲインを1とした単位伝達関数手段13、減算手段14および前記加算手段5等で構成され、他の2つの分岐信号のうちその1つの分岐信号であるゲイン乗算信号Dnを単位伝達

- 8 -

で表される。ここで、kはフィードフォワードゲイン、sはラプラス演算子、 $g_F(s)$ はフィードフォワード制御モデルの単位伝達関数であって、

$$g_F(s) = \frac{1+a_1 \cdot s+a_2 \cdot s^2+\dots+a_n \cdot s^n}{1+b_1 \cdot s+b_2 \cdot s^2+\dots+b_n \cdot s^n}$$

となる。さらに、この(1)式は、

$$G_F(s) = k \cdot g_F(s) \\ = k \left[\frac{1}{1} + \{ g_F(s) - \frac{1}{1} \} \right] \quad \dots (2)$$

に変形できる。この(2)式において「 $\frac{1}{1}$ 」は静特性補償分と把握でき、「 $g_F(s) - \frac{1}{1}$ 」は動特性補償分と把握できる。従って、前記第1の分岐信号であるゲイン乗算信号Dnは(2)式から時間に全く関係しない静特性補償分であり、これは差分演算手段12を通して速度形信号とした後、加算手段3に導入してフィードバック制御系の速度形PID調節演算手段2の出力と加算合成する。この加算合成された信号は位置形信号変換手段4に送られ、ここで位置形信号に

- 10 -

変換される。

一方、第2の分岐信号であるゲイン乗算信号 D_n はフィードフォワード制御モデルで $k=1$ とした単位伝達関数手段13を通した後、減算手段14に導いて単位伝達関数手段13の出力から第3の分岐信号であるゲイン乗算信号 D_n を減算し信号 Y を得る。この信号 Y は、

$$Y = k \cdot \{g_F(s) - 1\} \cdot D \quad \dots (3)$$

となり、これは時間に関する動特性補償分であり、外乱が一定のときには $Y=0$ 、外乱変化の過渡時には $Y \neq 0$ となる。そこで、以上のようにして(3)式に基づく信号 Y を取出した後、加算手段5に導入し位置形調節出力信号に加算合成して操作信号 MV を得るものである。

従って、以上のような実施例の構成によれば、ゲイン乗算信号 D_n を単位伝達関数手段13を通した後、この手段13の出力をゲイン乗算信号 D_n で減算し、時間に関する動特性補償としたことにより、フィードフォワード制御の動特性補償を高次補償まで可能とすることができるとともに、

— 11 —

ら両信号を高レベル信号選択手段16bに導入し、両信号のうち高レベルの信号を選択し出力2として加算手段5に供給する構成である。

従って、以上のような静特性補償手段によれば、差分演算手段12の出力 ΔD_n を2分岐しその1つの分岐信号をそのまま出力し、他の分岐信号は係数乗算手段16aにて係数 k_1 を乗じた後に出力し、それぞれの信号が高レベル信号選択手段16bに導入され、ここで高レベルの信号を選択し信号 X を得る。この信号選択に関し第3図を用いて説明する。今、 $0 < k_1 < 1$ とすると、

$$\Delta D_n \geq 0 \text{ の領域 (外乱の増加時) } \dots \dots \dots$$

$$\Delta D_n \geq k_1 \cdot \Delta D_n$$

となり、 ΔD_n を選択し、また

$$\Delta D_n < 0 \text{ の領域 (外乱の減少時) } \dots \dots \dots$$

$$\Delta D_n < k_1 \cdot \Delta D_n$$

となり、外乱信号 D の増減、つまり ΔD_n の正負によってゲインの方向性を持たせることができる。

また、動特性補償手段についても静特性補償手段と同様に外乱の増減に対してフィードフォワ-

— 13 —

不完全微分演算と異なり直感的に把握できるために調整が非常に容易になる。

次に、第2図は本発明装置の他の実施例を説明する構成図である。この装置は、静特性補償手段として、差分演算手段12のほかに、差分演算手段12と加算手段3の間に信号選択手段15を設け、外乱の増減時に方向性を持たせるものである。つまり、差分演算手段12の出力を2分岐しその一方の信号をそのまま出力し、他の分岐信号は係数乗算手段15aで係数 k_1 を乗じた後に出力する。しかる後、これら両信号を高レベル信号選択手段15bに導入し、両信号のうち高レベルの信号を選択し出力 X として加算手段3に供給する構成である。

また、動特性補償手段においては、前記単位伝達関数手段13、減算手段14のほかに、信号選択手段16が新たに付加される。つまり、減算手段14の出力を2分岐しその一方の信号をそのまま出力し、他の分岐信号は係数乗算手段16aで係数 k_2 を乗じた後に出力する。しかる後、これ

— 12 —

ド制御の動特性補償分にゲイン方向性を持たせることができる。

なお、第4図(a)に示す静特性補償分のゲインの方向性を持たせる信号選択手段15は同図(b)に示すように差分信号 ΔD_n に応じて所定の信号を出力する折線手段31を用いたものでもよい。また、PID調節演算に限らず種々の調節演算例えばPI調節演算でも適用できる。さらに、信号選択手段15、16は高レベル信号を選択するようにしたが、プラントの運転状態等に応じて低位信号を選択する場合でも適用できるものである。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

[発明の効果]

以上詳記したように本発明によれば、高次の動特性補償を容易に行うことができ、かつ、動作特性補償分を直感的に分り易くして調節を容易にすることにより、フレキシブル化に充分対処することが可能となり、プラント運転の高度化および融通性に優れたプロセス制御装置を提供できる。

— 14 —

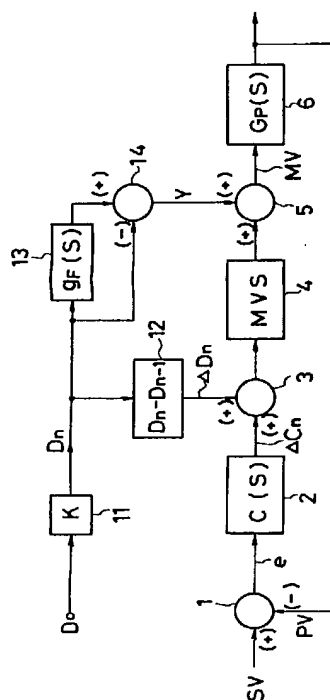
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係わるプロセス制御装置の一実施例を示す構成図、第2図は本発明装置の他の実施例を示す構成図、第3図は静特性および動特性補償の方向性を持たせる信号選択手段の外乱変化に対する各構成部分の挙動を示す図、第4図は静特性および動特性補償の方向性を持たせる信号選択手段の他の例を示す構成図である。

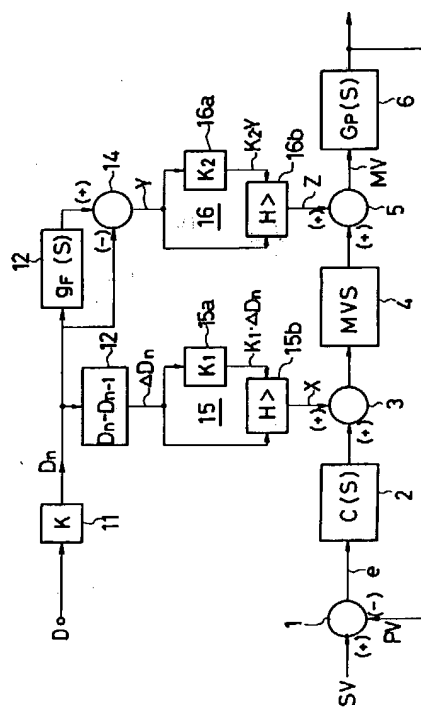
1...偏差演算手段、2...速度形PID調節演算手段、3、5...加算手段、4...速度形一位置形信号变换手段、6...制御対象、11...係数乗算手段、12...差分演算手段、13...単位伝達関数手段、14...減算手段、15、16...信号選択手段、15a、16a...係数乗算手段、15b、16b...高位信号選択手段。

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

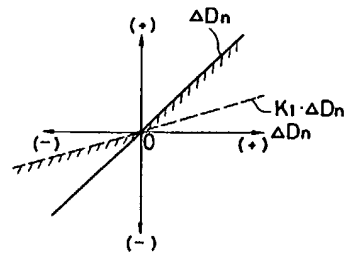
- 15 -



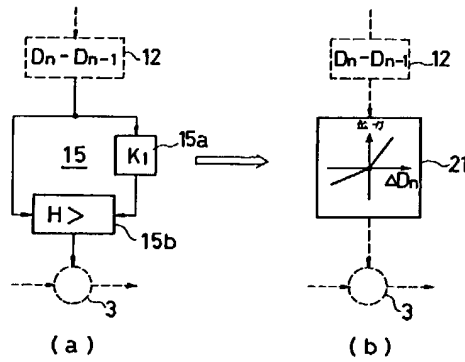
區一縣



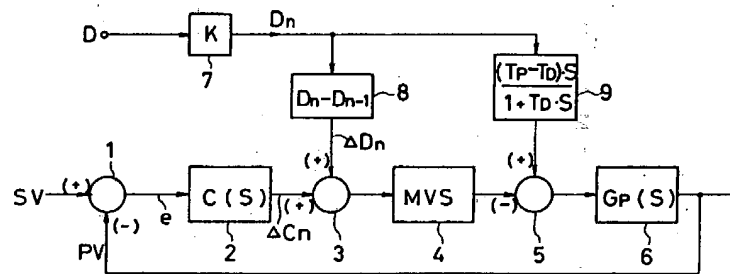
第2圖



第 3 図



第 4 図



第 5 図